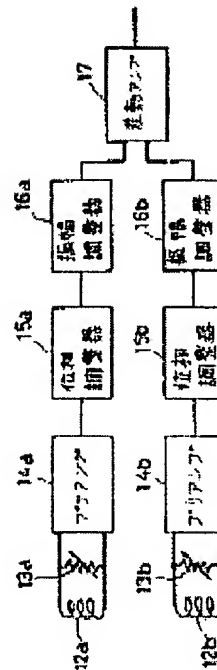


# EDDY CURRENT TEST EQUIPMENT

**Patent number:** JP62239050  
**Publication date:** 1987-10-19  
**Inventor:** NASU SHOJI; NISHIMOTO YOSHIRO; YASUKUNI HIROAKI  
**Applicant:** KOBE STEEL LTD  
**Classification:**  
- International: G01B7/00; G01N27/90  
- european:  
**Application number:** JP19860083921 19860410  
**Priority number(s):** JP19860083921 19860410

### Abstract of JP62239050

**PURPOSE:** To eliminate lift-off noises of an eddy current test equipment by providing a means which equalizes the phases and amplitudes of the outputs of two coils of a differential probe and also makes the directions of output variation corresponding to lift-off variation coincident with each other.  
**CONSTITUTION:** The two detection coils 12a and 12b of the differential probe are provided successively on the surface of metal and a flaw in the surface of a body to be inspected is detected from the difference between their outputs. Variable resistances 13a and 13b are connected in parallel to the two detection coils 12a and 12b of the differential probe and the output variation directions of the coils 12a and 12b due to lift-off variation are rotated to allow both of them to coincide with each other. The coils 12a and 12b are connected to phase adjusters 15a and 15b through preamplifiers 14a and 14b. Further, amplitude amplifiers 16a and 16b are connected to equalize the amplitudes of the outputs of the coils 12a and 12b. Then, a differential amplifier 17 detects the difference. Thus, the outputs of the two coils are adjusted, so the S/N ratio of the eddy current flaw detecting device is improved and a fine flaw is easily detected.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭62-239050

⑤ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和62年(1987)10月19日

G 01 N 27/90  
G 01 B 7/006860-2G  
E-7355-2F

審査請求 有 発明の数 1 (全7頁)

⑭ 発明の名称 渦流探傷装置

⑯ 特 願 昭61-83921

⑰ 出 願 昭61(1986)4月10日

⑱ 発 明 者 那 須 昭 司 神戸市須磨区菅の台1丁目3-9  
⑱ 発 明 者 西 元 善 郎 東大阪市高井田元町2丁目9番11-907号  
⑱ 発 明 者 安 国 弘 晃 神戸市灘区篠原伯母野山町2丁目3の1  
⑲ 出 願 人 株式会社神戸製鋼所 神戸市中央区脇浜町1丁目3番18号  
⑳ 代 理 人 弁理士 吉田 茂明 外2名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

渦流探傷装置

## 2. 特許請求の範囲

(1) 差動プローブの2つのコイルのインピーダンスを出力として得て、これら出力の差分から被検体表面の疵を検出する渦流探傷装置であって、上記2つのコイルの出力の位相を一致させる位相調整手段と、上記2つのコイルの出力の振幅を一致させる振幅調整手段と、上記2つのコイルのリフトオフ変化に対応する出力変化の方向を一致させる出力変化方向調整手段とを備えた渦流探傷装置。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は渦流法により金属表面の疵の有無を検知する渦流探傷装置に関する。

(従来の技術とその問題点)

第5図は、金属表面の疵の有無の検知に利用される渦流法の原理を模式図で示したものである。

同図において、交流電流を流したコイル1を金属表面2に近付けると金属表面2に渦電流3が流れ、このとき金属表面2に疵4が存在して渦電流3が乱れたり、コイル1と金属表面2間の距離(以下リフトオフという)が変化して渦電流3が変化すると、この渦電流3に誘起される誘導磁場によってコイル1のインピーダンスも変化する。渦流探傷装置は、このコイル1のインピーダンス変化を測定することによって金属表面2の疵の有無を検知するものである。上記コイル1のインピーダンス変化には、抵抗成分とリアクタンス成分が含まれるから、渦流探傷装置による探傷の場合、インピーダンス平面の実軸および虚軸を探傷装置の両面の横軸および縦軸に対応させることによって、表示画面上にコイルのインピーダンス変化が表示される。

また、金属表面に近接配置するコイルとしては、一般にプローブ型コイルが使用され、このコイルの方式として配置条件を異ならせた検知コイルと標準コイルの組合せからなる標準比較形(絶対値

形)の方式と、自己比較形(差動プローブ)の方式とがある。上記差動プローブの方式は、第6図に示すように2つの検知コイル5a、5bを同じ条件下に並設し、それぞれの出力の差分から被検体表面6の疵の検知を行うものである。この差動プローブを用いて探傷する場合、実際の検知作業に入る前に、一方の検知コイル5aが被検体表面6に近づき、他方の検知コイル5bが被検体表面6から遠ざかると、渦流探傷装置の出力である表示画面上の輝光が横軸方向へ移動するように予め調整する。すなわち上記調整は、リフトオフ変化による輝点の移動方向と疵による輝点の移動方向が異なるという特性を利用して、予めリフトオフ変化による輝点の移動方向を表示画面の横軸に換え、検知目的である疵に相当する輝点の移動を縦軸方向への変化として表示しようとするものである。上記調整の行われたあとの表示画面での輝点の動きを第7図に示す。同図において、一方の検知コイル5aが被検体表面6に近づくと輝点はQからQ<sup>+</sup>へ動き、他方の検知コイル5bが被検体

表面6に近づくと輝点はQからQ<sup>-</sup>へ移動する。また被検体の移動に伴ない被検体表面6の疵が一方の検知コイル5aの下を通ると輝点はQからDへと移動し、他方の検知コイル5bの下を疵が通ると輝点はQからD'へと移動する。

ところで金属表面の疵を上記差動プローブを用いて渦流探傷する場合、疵に相当する検知コイル5a、5bのインピーダンス変化が微小であるため、2つの検知コイル5a、5bの平時の出力が正しく一致していないと、上記インピーダンス変化を正確に検知できない。しかしながら上記差動プローブの2つの検知コイル5a、5bの間では、その分布容量、直流抵抗、リアクタンスなどについて実際上どうしても若干の差異はまめかれず、したがって両者のインピーダンスを完全に一致させることは困難である。そこで、前記した表示画面での出力と軸方向の関係の調整のほか、2つの検知コイル5a、5bの平時の出力の位相および振幅が一致するように調整することが従来より行われている。そのための調整方式として例えば、

- 3 -

第8図に示すように両検知コイルを組み込んだブリッジ回路においてR<sub>1</sub>またはR<sub>2</sub>および、R<sub>e1</sub>またはR<sub>e2</sub>を変化させて調整する方式や、第9図に示すように位相調整器9a、9bおよび振幅調整器10a、10bを用いて調整する方式などがある。前者は例えば雑誌「インターフェース」1981年4月号、p170~176に開示されており、後者は特開昭59-10846号公報に開示されている。

ところが、上記した2つの検知コイル5a、5bの間には、インピーダンスに差があるだけでなく、リフトオフ変化に対するインピーダンスの変化特性も異なる。そのことを第9図に示した方式による調整の手順に合わせて、第10図で説明する。同図の横軸は交流電源の出力と同相の成分を、また縦軸は、交流電源の出力に位相が90°おくれた成分を示す。

同図において、

A: 検知コイル5aの出力

B: 検知コイル5bの出力

- 5 -

- 4 -

a: リフトオフ変化によるAの変化方向

b: リフトオフ変化によるBの変化方向

r: 検知コイル5aの出力Aの振幅

r': 検知コイル5bの出力Bの振幅

θ: 交流電源の出力と検知コイル5aの出力との位相差

θ': 交流電源の出力と検知コイル5bの出力との位相差

e: 位相調整器による5aの出力Aの変化方向

f: 位相調整器による5bの出力Bの変化方向

g: 振幅調整器による5aの出力の変化方向

h: 振幅調整器による5bの出力の変化方向

a": 調整後のリフトオフ変化による5aの出力の変化方向

b": 調整後のリフトオフ変化による5bの出力の変化方向

c: リフトオフ変化による差動出力(リフトオフノイズ)

交流電源の出力を

$$V = |V| \cos \omega t$$

- 6 -

$\omega$  : 交流電源の角周波数

$|V|$  : 交流電源の振幅

とすると、コイル5aの出力A、コイル5bの出力Bはそれぞれ

$$r \cos(\omega t + \theta)$$

$$r' \cos(\omega t + \theta')$$

となる。

また位相調整器による変化方向は原点のまわりの回転方向と、振幅調整器による変化方向は、原点からの放射方向となる。リフトオフ変化に対するそれぞれのコイルの出力の変化方向(表示画面上では横軸方向に描えられてる)は、調整後も、矢符号a", b"で示すように若干異なる。そのため、差動プローブの差動出力には、リフトオフ変化に対して第10図に矢符号cで示すような出力(リフトオフノイズ)が生じることになり、このリフトオフノイズは、渦流探傷装置の表示画面上では縦軸方向に生じて疵による信号と見分けがつかなくなる。このことは、第8図に示したブリッジ回路による調整方式の場合でも同様である。

- 7 -

とを特徴とするものである。

#### (実施例)

第1図は、この発明の一実施例である渦流探傷装置の差動プローブから差動出力を得るまでの部分の回路構成をブロック図で示したものである。

同図において、差動プローブの2つの検知コイル12a, 12bには可変抵抗13a, 13bがそれぞれ並列に接続されており、これら可変抵抗13a, 13bの抵抗値を適当に調節することによりリフトオフ変化による検知コイル12a, 12bの出力変化方向を回転させて、両者を一致させることができるようにしてある。各検知コイル12a, 12bの次段には、それぞれプリアンプ14a, 14bを介して位相調整器15a, 15bが接続されており、プリアンプ14a, 14bで増幅された各検知コイル12a, 12bの出力の位相は、これら位相調整器15a, 15bの調整により互いに一致させることができる。また、各位相調整器15a, 15bの次段には、それぞれ振幅調整器16a, 16bが接続されており、

#### (発明の目的)

この発明は、上記問題を解決するためになされたもので、差動プローブの2つの検知コイルの出力の位相、振幅だけでなく、リフトオフ変化に対する出力変化方向をも一致させることができ、リフトオフノイズを含まない出力を得ることのできる渦流探傷装置を提供することを目的とする。

#### (目的を達成するための手段)

上記目的を達成するため、この発明の渦流探傷装置は、差動プローブの2つのコイルのインピーダンスを出力として得て、これら出力の差分から被検体表面の疵を検出するものであって、上記2つのコイルの出力の位相を一致させる位相調整手段および上記2つのコイルの出力の振幅を一致させる振幅調整手段の他に、上記2つのコイルのリフトオフ変化に対応する出力変化方向を一致させる出力変化方向調整手段を備え、平時における2つのコイルの出力を一致させると共に、リフトオフ変化に起因するノイズが差動出力に生じないようにして、疵検出精度を向上させるようにしたこ

- 8 -

各検知コイル12a, 12bの出力の振幅は、これら振幅調整器16a, 16bの調整により互いに一致させることができる。そして、各振幅調整器16a, 16bより得られる出力、すなわちリフトオフ変化に対する出力変化方向や、位相および振幅が互いに一致した各検知コイル12a, 12bの出力を、差動アンプ17の両入力に導き、差動アンプ17からこれら2つの入力信号の差分が得られるように構成してある。差動アンプの差分出力は、図示しない渦流探傷装置本体の信号処理部に送られる。

上記装置における各検知コイル12a, 12bの出力の調整を、第2図に示す。

第2図において、A, Bを調整前の各検知コイル12a, 12bの出力とすると、このときリフトオフ変化に対する各出力の変化方向には矢符号a, bで示すように若干の差異が見られる。例えば検知コイル12b側の可変抵抗13bを可変調整して出力Bのリフトオフ変化に対する変化方向を矢符号b'で示すよう出力Aの出力変化方向a

- 9 -

- 10 -

に加入する。この調整により同時に出力BはB'に変化する。次に位相調整器15a, 15bにより出力Aと出力B'の位相を調整して一致させる。これにより出力A, B'は、第2図中において矢符号e, fに示すように変化する。更に振幅調整器16a, 16bにより出力Aと出力B'の振幅を調整して一致させる。これにより出力A, B'は第2図中において矢符号g, hに示すように変化する。

上記の調整作業を何回か繰返すことによって、2つの検知コイル12a, 12bの出力は、位相、振幅だけでなく、リフトオフ変化に対する出力変化方向についても一致するように調整されるものである。なお、上記の例では、可変抵抗13bの方を調整したが、他方の可変抵抗13aを調整しても、両方を調整してもよい。

この装置を用いて連綿スラブの熱間探傷を行った場合の検知出力の波形(表示画面の縦軸方向への出力分を示す)を、従来の装置による出力波形と比較した実験データを第3図に示す。

- 11 -

#### (発明の効果)

以上のように、この発明の渦流探傷装置によれば、差動プローブの2つの検知コイルの出力の位相、振幅だけでなく、リフトオフ変化に対する出力変化方向をも一致させることができ、リフトオフ変化に起因するノイズを検知出力から完全に除去できるので、S/Nが向上し微小な疵も容易に検出可能となるという効果が得られる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明の一実施例である渦流探傷装置の回路構成を示すブロック図、第2図はその装置の出力調整手順を示す説明図、第3図は実施例の装置による出力波形図、第4図はこの発明の渦流探傷装置の変形例を示すブロック図、第5図は渦流探傷法の原理を示す説明図、第6図は差動プローブによる渦流探傷法を示す説明図、第7図は差動プローブによる渦流探傷法における検知コイルの変位と装置の表示画面上での出力の変化との関係を示す説明図、第8図は差動プローブの2つの検知コイルの出力を平衡させるためのブリッジ

同図(a)に示す従来の装置による出力波形では、リフトオフ変化によるノイズを含みS/Nが悪いのに対し、同図(b)に示すこの装置による出力波形では、リフトオフ変化によるノイズを含まずS/Nが向上していることがこの比較によって明らかである。すなわち、この比較実験では、深さ2mm、長さ20mmの疵に対する検知出力のS/Nは、従来の装置による場合に0.6であったものが、この装置による場合には、3.5に向上した。

なお、リフトオフ変化に対する出力変化方向を調整するための抵抗としては、第4図に示すように一方の検知コイル12aに対して固定抵抗13cを接続し、他方の検知コイル12bに対してのみ上記固定抵抗13cの抵抗値の前後の値に調整可能な可変抵抗13bを接続した構成としてもよい。また、コイルのリフトオフ変化に対応する出力変化の方向を適当に調整できる手段であれば、上記実施例のように抵抗の並列接続に限らずどのようなものであっても適用可能であり、この場合にも上記実施例と同様の効果を奏する。

- 12 -

回路の構成図、第9図は差動プローブの2つの検知コイルの出力の位相および振幅を調整する機構を備えた従来の装置の回路構成を示すブロック図、第10図は従来の装置の出力調整手順を平面上に示す説明図である。

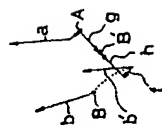
12a, 12b...検知コイル  
13a, 13b...可変抵抗  
13c...固定抵抗  
15a, 15b...位相調整器  
16a, 16b...振幅調整器  
17...差動アンプ

代理人 弁理士 吉田茂明  
弁理士 吉竹英俊  
弁理士 有田貴弘

- 13 -

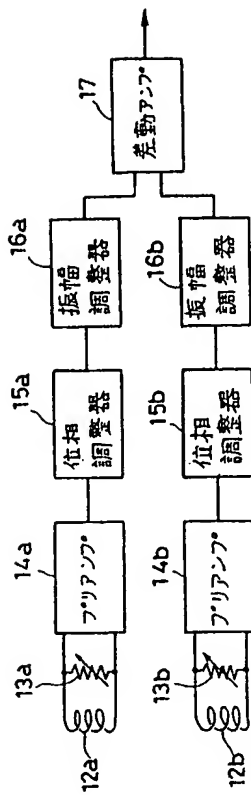
- 14 -

第 2 図



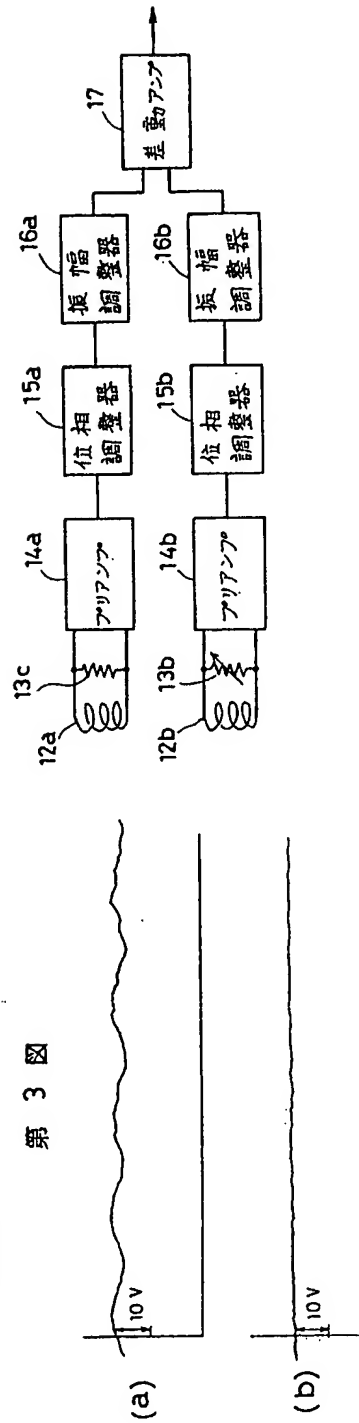
交流電源の出力に  $90^\circ$  おくれた成分

第 1 図

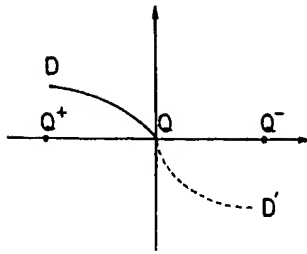


交流電源の出力と同位相の成分

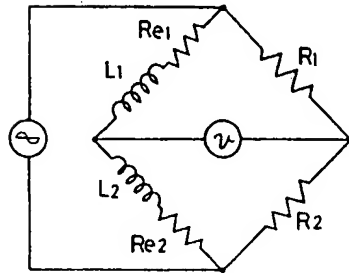
第 3 図



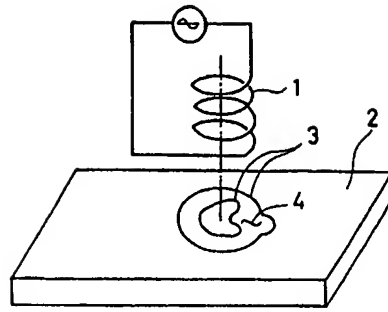
第 7 図



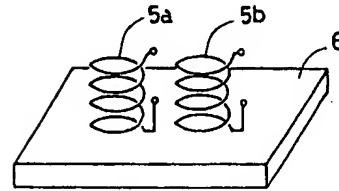
第 8 図



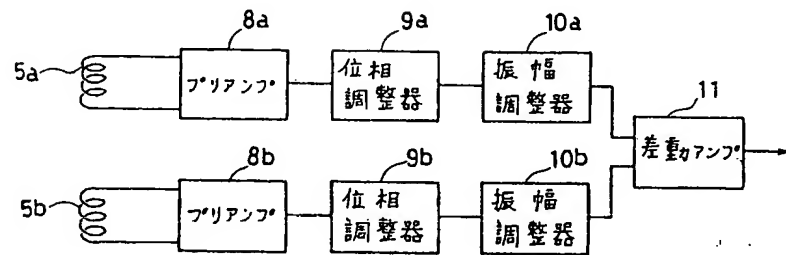
第 5 図



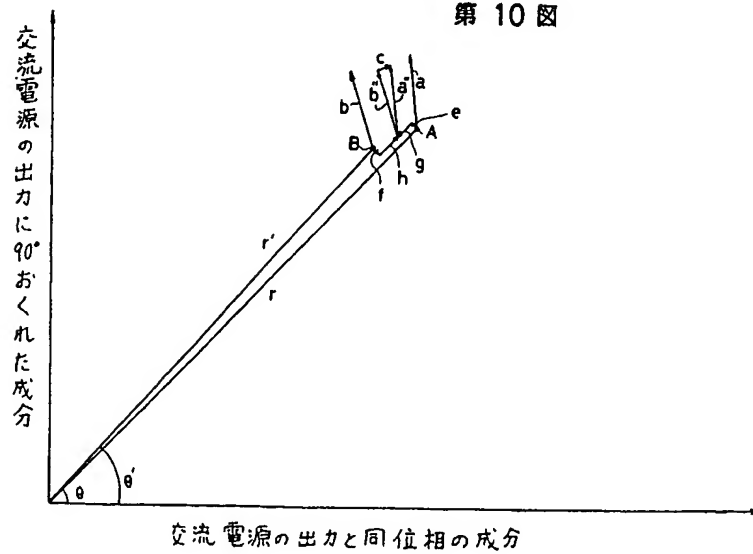
第 6 図



第 9 図



第 10 図



昭和61年5月15日

図面の第2図を別紙のとおり補正する。

特許庁長官殿

以上

1. 事件の表示

昭和61年特許願第083921号

2. 発明の名称

渦流探傷装置

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住所 神戸市中央区臨浜町1丁目3番18号

名称 (119) 株式会社神戸製鋼所

代表者 牧 冬彦

4. 代理人

住所 〒542 大阪市南区島之内1丁目21番22号

共通ビル5階 電話(06)243-5110

氏名 弁理士(8923) 吉田 茂明

5. 補正命令の日付

自発補正



方式  
審査



- 2 -

第2図

